

## **AKTIVAATTORIN KÄYTTÖ OIKOMISHOIDOSSA**

Matikainen Kerttu  
Syventävien opintojen tutkielma  
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma  
Lääketieteellinen tiedekunta  
Oulun yliopisto 2020/8  
Pirttiniemi Pertti HLT, EHL

OULUN YLIOPISTO  
Lääketieteellinen tiedekunta  
Hammaslääketieteen tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Matikainen, Kerttu:  
Syventävien opintojen tutkielma:

Aktivaattorin käyttö oikomishoidossa  
23 sivua

---

Tämä kirjallisuuskatsaus käsittelee aktivaattorin käyttöä oikomishoidossa. Aktivaattori on yksi ortodontiassa käytettävistä funktionaalisista kojeista, ja sitä käytetään distaali- ja syväpurentojen hoidossa. Muita tässä kirjallisuuskatsauksessa mainittavia funktionaalisia kojeita ovat Fränkelin koje, Van Beekin aktivaattori, Twin-Block sekä Herbstin koje. Aktivaattorin toimintaperiaatteena on ohjata retrognathisen mandibulan kasvua eteenpäin niin sanotun konstruktiopurennan avulla. Konstruktiopurennassa alaleuka on tuotuna eteenpäin, jolloin lihakset ja pehmytkudokset venyvät, ja paine välittyy hammaskaarille ja skeletaaliin rakenteisiin. Konstruktiopurenta saa aikaan kondyylien kasvun stimuloitumisen. Mandibulan eteenpäin suuntautuvan kasvun stimuloinnin lisäksi aktivaattorilla on myös maksillan kasvua rajoittava vaikutus. On epäselvää, mikä osuus funktionaalisten kojeiden vaikutuksesta on dentoalveolaarista ja mikä skeletaalista, ja funktionaalisten kojeiden vaikutusmekanismi onkin yksi kiistellyimmistä asioista ortodontiassa.

Aktivaattorihoito, kuten myös hoito muilla funktionaalisilla kojeilla, tulee ajoittaa potilaan nopean kasvun aikaan, puberteettipurttiin, jolloin myös mandibulan kasvunopeus kiihtyy. Aktivaattorihoito on siis tehokkainta, kun se ajoittuu toiseen vaihduntavaiheeseen. Hoidon ajoituksessa tyttöjen ja poikien kasvuspurtin ajankohdan ero tulee ottaa huomioon.

Distaalipurentaa tulee hoitojakson aikana hieman ylikorjata, jotta estettäisiin AII-purennan palautuminen. Aktiivisen hoitojakson päätteeksi hoitotulosten ylläpitoon tarvitaan retentiovaihe. Aktivaattorihoidon retentiona käytetään tyypillisesti aktivaattoria, jonka käyttöä harvennetaan.

Avainsanat: aktivaattori, funktionaaliset kojeet, distaalipurenta, syväpurenta

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	ii
SISÄLLYSLUETTELO.....	iii
1. JOHDANTO.....	1
2. AKTIVAATTORILLA HOIDETTAVAT PARENTAVIRHEET.....	2
2.1. Anglen parentaluokitus.....	2
2.2. AII-purenta (K07.20).....	3
2.2.1. AII-purennan hoito.....	4
2.3. Syvä purenta (K07.23).....	4
3. AKTIVAATTORIN TOIMINTAMEKANISMI JA VAIKUTUS.....	5
4. HOIDON AJOITUS.....	8
5. AKTIVAATTORITYYPEISTÄ.....	11
5.1. Andresenin aktivaattori.....	11
5.2. Fränkelin koje.....	11
5.3. Van Beek.....	12
5.4. Twin-Block.....	13
5.5. Herbstin koje.....	15
6. HOITOTULOSTEN YLLÄPITO.....	16
7. POHDINTA.....	17
8. LÄHTEET.....	19

## 1. JOHDANTO

Aktivaattori on pääsääntöisesti yöllä pidettävä akryylinen irtokoje, joka tukeutuu ylä- ja alahampaiden lisäksi suulakeen ja alveolivalleihin. Aktivaattori yksi ortodontian funktionaalisista kojeista. Funktionaalisten kojeiden tehtävänä on ohjata leukojen kasvua käyttäen hyödyksi pehmytkudosten ja lihasten vaikutusta purentaan. (Virolainen & Kleemola-Kujala 2020). Useimpien funktionaalisten kojeiden, myös aktivaattorin, toimintaperiaatteena on ohjata kasvavilla potilailla retroгнаattisen mandibulan kasvua eteenpäin anteroposteriosuunnassa (Mitchell 2013). Aktivaattoria käytetäänkin ortodontiassa lähinnä distaalipurentojen hoitoon, tavoitteena korjata hammaskaarten väliset suhteet ja parantaa kasvojen profiilia ohjaamalla mandibulan kasvua suosiolliseen suuntaan (Basciftci ym. 2003). Lisäksi aktivaattorilla hoidetaan myös skeletaalista syväpurentaa (Virolanen & Kleemola-Kujala 2020).

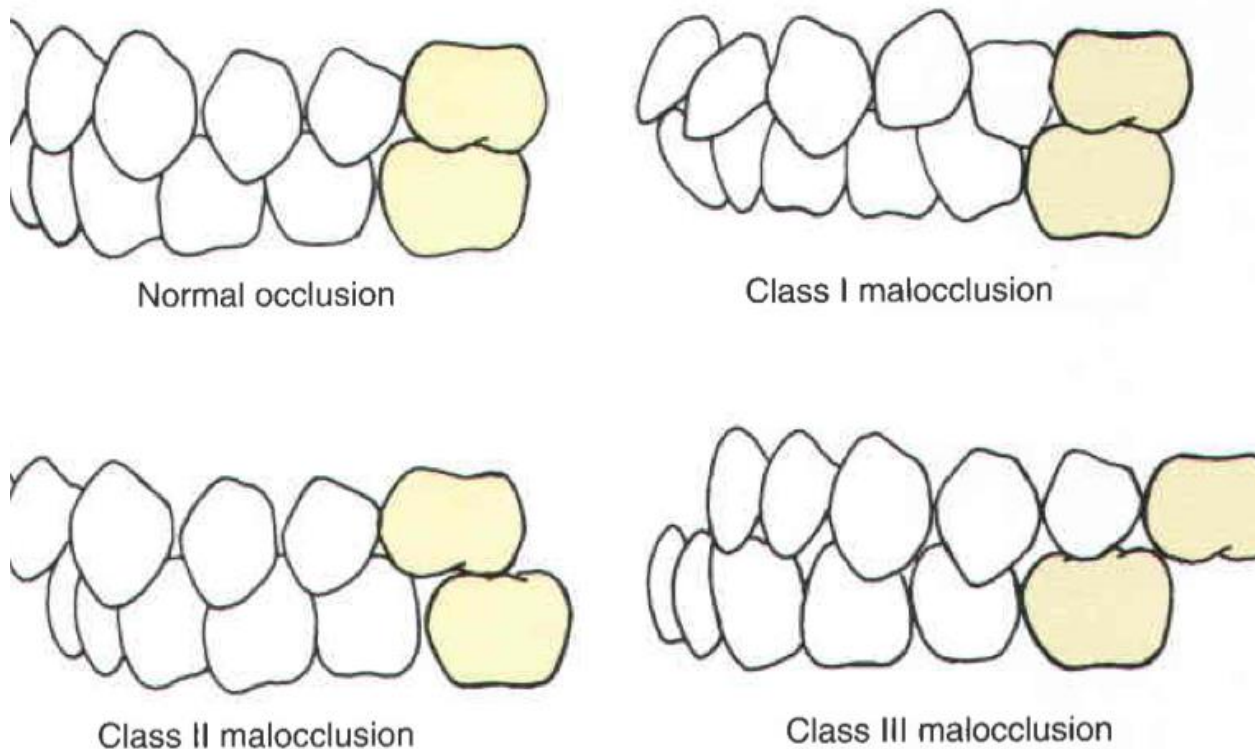
Alkuperäinen idea funktionaalisille kojeille syntyi 1900-luvun alussa Pierre Robinin kehittämästä monoblokista, jonka tehtävänä oli ohjata retroгнаattinen alaleuka eteenpäin. Samaa periaatetta hyväksikäyttäen Andersen kehitti 1920-luvulla ensimmäisen varsinaisen funktionaalisen kojeen, aktivaattorin. (Mitchell 2013). Aktivaattori ja sen modifikaatiot ovat eräitä vanhimmista kojeista, jotka ovat yhä nykyisinkin käytössä (Lestøl ym. 2010). Muita funktionaalisia kojeita ovat esimerkiksi Fränkelin koje, Van Beekin aktivaattori, Twin Block sekä Herbstin koje, jotka on esitelty lyhyesti tässä kirjallisuuskatsauksessa sivuilla 11-15.

## 2. AKTIVAATTORILLA HOIDETTAVAT PURENTAVIRHEET

### 2.1. Anglen purentaluokitus

Edward H. Angle loi 1890-luvulla Anglen purentaluokituksen, joka oli merkittävä kehitysaskel ortodontiassa. Anglen luokitus jakaa purennan neljään luokkaan; normaalipurentaan ja kolmeen tyypillisimpään virhepurentaan molarisuhteiden mukaan (ensimmäisten molarien suhde toisiinsa). Normaalipurennassa ensimmäinen alamolari sijaitsee ensimmäiseen ylämolariin nähden mesiaalisemmin niin, että ylämolarin mesiobukkaalikuspi tukeutuu alamolarin bukkaaliseen uurteeseen (Kuva 2.) Angle I- luokan purentavirheessä ensimmäisten molarien keskinäinen suhde on normaali, mutta purenta on muuten virheellinen johtuen esimerkiksi hampaiden virheasentoista sekä kiertymistä. AII-luokan purentavirheessä ensimmäinen alamolari sijaitsee distaalisesti suhteessa ylämolariin, ja hammaskaarissa voi olla muitakin epätasaisuuksia. AIII-luokassa alamolari sijaitsee kahden kuspina verran mesiaalisemmin ylämolaariin nähden. (Proffit ym. 2019).

Kuva 2. Anglen luokitus (Proffit ym. 2019).



## 2.2. Angle II –purenta (K07.20)

Angle II –purenta on yksi tyypillisimmistä oikomishoitoa vaativista purentavirheistä, joka ilmenee noin yhdellä kolmasosalla väestöstä (Pavioni ym. 2018). AII- purennassa on kyseessä vajaakasvuinen mandibula tai ylikasvuinen maksilla, tai yhdistelmä molempia (Proffit ym. 2019). Useimmin kyseessä on retrognaattinen mandibula (de Bittencourt Neto ym. 2015). Maksilla on keskimäärin neutraali, tai jopa tyypillisemmin retrognaattinen kuin prognattinen. Poikkeavuudet mandibulan horistontaalisessa ja vertikaalisessa kasvussa ovat keskeisimmät osatekijät AII –purennassa, myös voimakas vertikaalinen kasvu on tyypillistä osalle AII –purennoista. AII –luokan purenta on lukuisten dentoalveolaaristen ja skeletaalisten komponenttien yhdistelmä. (McNamara 1981).

Angle II –purenta jaetaan kahteen alaluokkaa; AII, 1 ja AII, 2. Alaluokat eroavat toisistaan hampaiden asennon lisäksi myös kallon ja leukojen, sekä vertikaalisten suhteiden osalta. AII, 1 –purennoille on tyypillistä yläetuhampaiden ulospäin kallistunut asento sekä suuri horizontaalinen ylipurenta (Kuva 3.) AII,1 –purenta on usein myös syvä, pahimmillaan limakalvokantoinen syväpurenta. Ylähammaskaari on tyypillisesti kapea ja suippomainen. Pehmytkudokset voivat ylläpitää AII, 1 –luokan patologista purentaa; ylähuuli on veltto, ja alahuuli työntyy voimakkaana yläetuhampaiden taakse. AII, 2 –purennassa yläykköset ovat pystyt tai jopa sisäänpäin kallistuneet, ja tyypillisesti kakkoset kallistuvat ulospäin (Kuva 3.). Myös AII, 2 –purenta voi olla syvä, jopa limakalvokantoinen. Ylähammaskaari on AII, 2 –purennassa usein leveä ja laatikkomainen. Ahtaus on tyypillisempää AII, 2- purennoissa kuin AII, 1- purennoissa. (Mitchell 2013, Virolainen 2019). Funktionaalisia kojeita käytetään sekä AII, 1- että AII, 2 –purentojen hoidossa.

Kuva 3. Angle II, 1 –purenta ja angle II, 2-purenta. (<https://amorthodontics.com/our-approach/orthodontic-treatment/classification-of-bites>)



### **2.2.1. AII-purennan hoito**

AII-purennan hoidon tavoitteena on vähentää leukojen välistä epäsuhtaa ja suoristaa kasvojen profiilia (Proffit ym. 2002). AII-purennan hoitoa puoltavat useat hoidosta saatavat hyödyt: muun muassa etuhampaiden trauma-alttiuden pienentäminen, purentaelimistön toimintahäiriöiden ehkäiseminen sekä lapsen psykososiaaliset edut (Basciftci ym. 2003). Kasvavilla potilailla AII –purennan hoito pyrkii joko stimuloimaan mandibulan kasvua tai rajoittamaan maksillan kasvua. (Proffit 2019).

Funktionaalisten kojeiden käytön on osoitettu olevan tehokas AII –purennan hoitomuoto (Santamaria-Villegas ym. 2017). Asianmukaisella hoitosuunnitelmalla voidaan aktivaattoria käyttää kojeena sekä avautuvien että sulkeutuvien AII -purentojen hoidossa. Sulkeutuvien AII -purentojen hoidossa nostetaan purentaa sallimalla ylämolarien puhkeaminen, kun taas avautuvien AII -purentojen hoidossa ylämolareiden puhkeaminen estetään, jottei purenta avautuisi entisestään (Virolainen 2019).

Mikäli potilaan kasvu on hidasta tai potilas ei enää kasva ja kasvojen profiili on hyväksyttävä, lievä tai kohtalainen AII -purenta voidaan hyväksyä. Tällöin hampaat saatetaan tyydyttävään purentaan mahdollisilla poistoilla sekä kiinteillä kojeilla. (Proffit 2019).

### **2.3. Syvä purenta (K07.23)**

Syvällä purennalla tarkoitetaan purentaa, jossa on kliinisesti havaittava etuhampaiden normaalia suurempi peittoisuus (vertikaalinen ylipurenta >3mm) (Kuva 4.). Limakalvokantoisissa syväpurennoissa alaetuhampaat purevat suulaen pehmeisiin kudoksiin tai yläetuhampaat alahampaiden bukkaaliseen ienkudokseen. Merkittäviä syväpurentoja on keskimäärin 20 prosentilla potilaista, joilla on vaihduntahampaisto (Proffit ym. 2019).

Syväpurenta voi johtua alentuneesta alakasvokorkeudesta, vajaapuhjenneista molareista tai ylipuhjenneista inkisiiveistä ja kulmahampaista (Proffit 2019). Syväpurenta on tavallisesti seurausta kasvojen luuston sulkeutuvasta kasvumallista (skeletaalinen syväpurenta), mutta se voi olla myös pelkästään dentoalveolaarista. Dentoalveolaarisessa syväpurennassa etuhampaat ovat ylipuhjenneet, kun puhjetessaan ne eivät kohtaa vastinhampaita vaan jatkavat puhkeamistaan. Myös ylipuhjenneiden hampaiden alveoliharjanteet kasvavat normaalia korkeammaksi. Skeletaalisilla syväpurentapotilailla havaitaan kliinisesti muun muassa matala alakasvokorkeus, alaleuan suorakulmainen muoto, syvä alahuulen poimu sekä voimakas leuan

kärki. Lateraalikallokuvassa havaitaan tavallista suurempi takakasvokorkeus etukasvukorkeuteen verrattuna. Skeletaalisessa syväpurennassa ennusteena on purennan jatkuva syveneminen iän myötä. (Kleemola-Kujala 2019).

Mikäli syväpurentapotilailla tapahtuu kasvua hoidon jälkeen, syväpurennan palautuminen on todennäköistä ilman retentiota. Retentiona syväpurentatapauksissa käytetään mielellään ylähampaisiin kiinnitettävää retentiolevyä, joka estää alahampaita painumasta vertikaalisesti yläetuhampaiden taakse, mikäli purenta alkaa syventyä. (Proffit 2019).

Kuva 4. Syväpurenta (Therapia Odontologica).



### 3. AKTIVAATTORIN TOIMINTAMEKANISMI JA VAIKUTUS

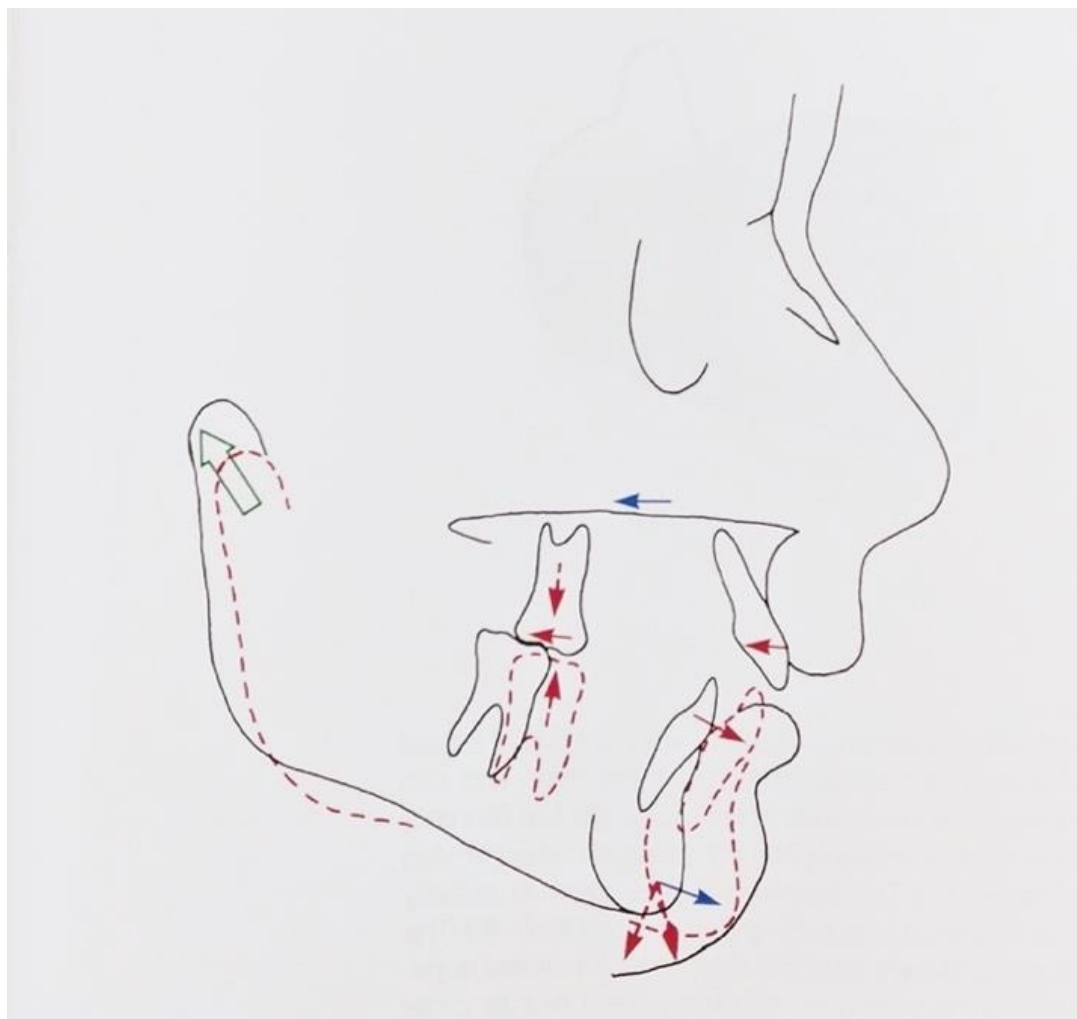
Funktionaalisten kojeiden käytön tarkoituksena on suun toimintahäiriöiden eliminointi, suun alueen lihaksiston tasapainon luominen ja sekä mandibulan että maksillan antero-posterio -suuntaisiin pituuksiin vaikuttaminen (Santamaria-Villegas ym. 2017). Useiden erityyppisten funktionaalisten kojeiden, myös aktivaattorin, toimintaperiaatteena on ohjata mandibulan



kasvua eteenpäin kasvavilla potilailla (Mitchell 2013). Mandibulan kasvun ohjaamisen lisäksi aktivaattorilla on maksillan eteenpäin kasvua rajoittava vaikutus (King ym. 1990, Ulusoy & Darendeliler 2008). Funktionaaliset kojeet ovat tehokkaimpia muuttamaan purentaa ylä- ja alahammaskaarten välillä anterioposterosuunnassa potilailla, joilla on Angle II-luokan luustollinen virhepurenta. (Mitchell 2013, Cacciatore ym. 2019).

Aktivaattori suunnitellaan aina niin, että okklusioon tuotaessa potilas joutuu aina tuomaan alaleukaansa eteenpäin ns. konstruktiopurennan määräämään asentoon. Mandibulan ollessa asemoituna eteenpäin paine venyttää lihaksia ja pehmytkudoksia, ja tämä paine välittyy lihasten ja pehmytkudosten kautta hammaskaarille sekä skeletaalisiin rakenteisiin (Mitchell 2013, Virolainen & Kleemola-Kujala 2019). Tämän seurauksena sekä ylä- että alahampaistossa tapahtuu uudelleenmuotoutumista; yläetuhampaat kallistuvat taaksepäin ja alaetuhampaat eteenpäin (Proffit ym. 2019, Basciftci ym. 2003, Cozza ym. 2004, Türkkahraman ym. 2006). Molarialueella voi tapahtua molarien epäedullista mesiaalista ajautumista, mutta aktivaattorin skeletaaliset vaikutukset kompensoivat tämän ajautumisen AII -purennan korjautuessa (Cozza ym. 2004). Leukanivelpäissä voi tapahtua kasvun stimuloitumista ja nivelkuopassa suotuisaa uudelleenmuotoutumista (Kuva 5.) (Proffit ym. 2019, Ruf ym. 2001). Teoria, jonka mukaan aktivaattorin aktivoima alaleuan lihaksisto on tärkeässä roolissa mandibulan kasvun stimuloinnissa, ei ole enää viimeaikaisimmissa tutkimuksissa saanut kannatusta. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että keskimäärin funktionaalisilla kojeilla hoidettujen lasten leukojen kehitys hoidon aikana on tilastollisesti merkittävää verrattuna kontrolliryhmään, joita ei hoidettu. (Proffit ym. 2019).

Kuva 5. Funktionaalisten kojeiden vaikutukset Angle II-purentaan. (Proffit ym. 2019)



Basciftci ym. 2003 tutkivat aktivaattorin vaikutusta potilailla, joilla oli AII, 1 –purentavirhe. Tutkimusryhmäksi valikoitui 50 Selcukin yliopistossa hoidettua lasta, 26 poikaa ja 24 tyttöä, joilla ANB-kulma oli yli  $4^{\circ}$  ja horisontaalinen ylipurenta yli 7mm, ja ikä 11,4-13,6 vuotta. Kontrolliryhmä koostui 10 pojasta ja 10 tytöstä, joilla myös AII, 1 –purenta, ANB  $< 4^{\circ}$  ja horisontaalinen ylipurenta yli 5mm, ikä 11,6-13,6 vuotta, jotka olivat kieltäytyneet hoidosta informoinnista huolimatta. Tutkimuksen aikana tutkimusryhmän potilaat käyttivät aktivaattoria 18 tuntia päivässä, ja jokaisesta tutkimusryhmän ja kontrolliryhmän potilaasta lateraalikallokuvat ennen ja jälkeen tutkimusjakson. Tutkimuksen tulos vahvisti aikaisempaa käsitystä siitä, että aktivaattorin vaikutus on sekä skeletaalista että dentoalveolaarista kasvavalla lapsella. Vaikutusten havaittiin olevan yksilöllisen kasvun ja aktivaattorihoito yhdistelmä. Tutkimuksessa aktivaattorihoito havaittiin pienentävän ylipurentoja ja ANB-kulmaa, jolloin purenta avautui. Lisäksi aktivaattorihoito suurensi SNB-kulmaa, lisäsi mandibulan pituutta ja ramuksen korkeutta, sekä aiheutti yläetuhampaiden kallistumisen

taaksepäin ja alaetuhampaiden kallistumisen eteenpäin. Aktivaattorihoidolla ei ollut merkittäviä vaikutuksia maksillan skeletaalisiin rakenteisiin. (Basciftci ym. 2003).

Funktionaalisten kojeiden toimintamekanismi on yksi kiistellyimmistä asioista ortodontiassa. (Mitchell 2013, Virolainen & Kleemola-Kujala 2019, Pavioni ym 2018, Basciftchi ym 2003, Ulusoy & Darendeliler 2008, King ym. 1990). On epäselvää, mikä osuus hoitotuloksista johtuu skeletaalisista, ja mikä osuus dentoalveolaarisista muutoksista. Suureksi osaksi aktivaattorin vaikutuksen todetaan välittyvän pehmytkudosten mukautuvuuden ja dentoalveolaaristen muutosten kautta (Mitchell 2013). Lisäksi on ollut kiistaa siitä, onko aktivaattorin skeletaalinen vaikutus maksillan kasvua rajoittava vai mandibulan kasvua stimuloiva (Basciftci ym 2003), ja onko aktivaattorilla saadut hoitotulokset ylipäättään vain seurausta normaalista skeletaalisesta kasvusta ja kehityksestä (Ulusoy & Darendeliler 2008). 1970-luvulla tehtyjen eläinkokeiden mukaan funktionaalisten kojeiden käytöllä on merkittäviä skeletaalisia vaikutuksia, mm. kondyylien ja mandibulan kasvuun. Näitä tuloksia tulkittaessa on kuitenkin oltava varuillaan, sillä eläinten ja ihmisten morfologia eroaa huomattavasti toisistaan, ja eläimillä on harvoin luustollista virhepurentaa (Mitchell 2013). Lisäksi viimeaikaisempien funktionaalisia kojeita koskevien retrospektiivisten kliinisten tutkimusten tulokset eivät ole olleet yhtä vakuuttavia (Proffit ym. 2019).

Viimeaikaisimmat systemaattiset katsausartikkelit ja meta-analyysit ovat kuitenkin todistaneet hoidon ajankohdalla olevan merkittävin rooli funktionaalisten kojeiden vaikutuksissa. Angle II -purentoja hoidettaessa enemmän skeletaalisia vaikutuksia funktionaalisten kojeiden käytöllä saadaan hoidon ajoituksessa murrosikään. Ennen murrosikää hoidettaessa funktionaalisten kojeiden merkittävimmät vaikutukset ovat lähinnä dentoalveolaarisia. (Pavioni ym. 2018, Perinetti ym. 2015)

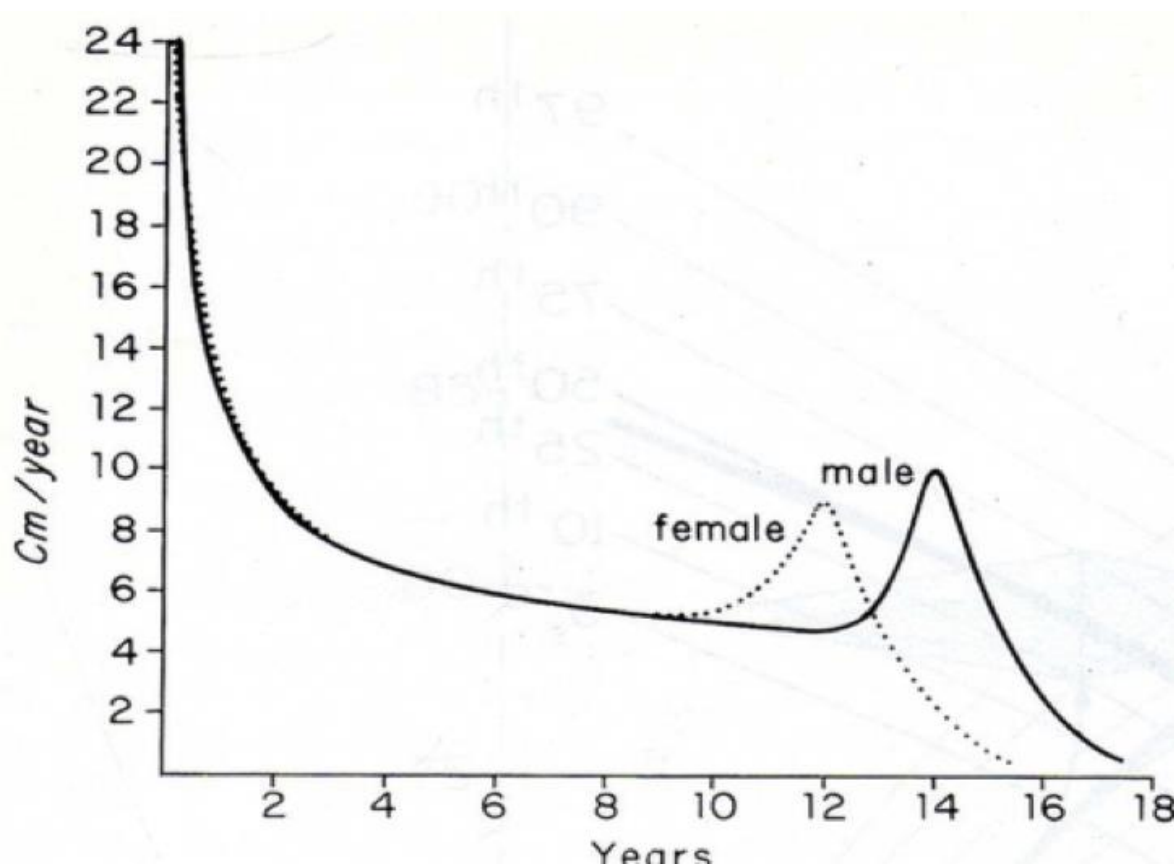
#### **4. HOIDON AJOITUS**

Aktivaattorihoito, kuten hoito muillakin funktionaalisilla kojeilla, tulee ajoittaa potilaan kasvun aikaan, sillä samanaikaisesti pituuskasvupyrähdysen kanssa myös maxillan ja mandibulan kasvunopeus kiihtyy. (Mitchell 2013). Kliiniset tutkimukset ovat osoittaneet, että parhaat tulokset funktionaalisilla kojeilla saadaan silloin, kun mandibulan kasvuspurtti sisältyy hoitojaksoon (Franchi & Baccetti 2000). Aktivaattorihoito on siis tehokkainta hoidon

ajoittuessa ajallisesti toiseen vaihduntavaiheeseen (Casutt ym. 2007). Tulloch ym. tutkivat AII-purennan hoidon ajoituksen vaikuttavuutta, ja raportoivat myös toiseen vaihduntavaiheeseen ajoittuvan AII-purennan hoidon olevan yhtä tehokas kuin kaksivaiheisen hoidon, jossa ensimmäinen hoitovaihe ajoittuu ensimmäiseen vaihduntavaiheeseen (Tulloch ym. 2004).

Kasvojen kehityksessä on paitsi laajaa yksilöllistä vaihtelua, myös sukupuoliero. Pojilla kasvupyrähdys tapahtuu hieman tyttöjä myöhemmin, joten myös funktionaalisten kojeiden hoitojakso voidaan usein ajoittaa pojilla vanhemmalle iälle. (Mitchell 2013). (Kuva 6.)

Kuva 6. Tyttöjen ja poikien pituuskasvu vuodessa. (Proffit ym. 2019)

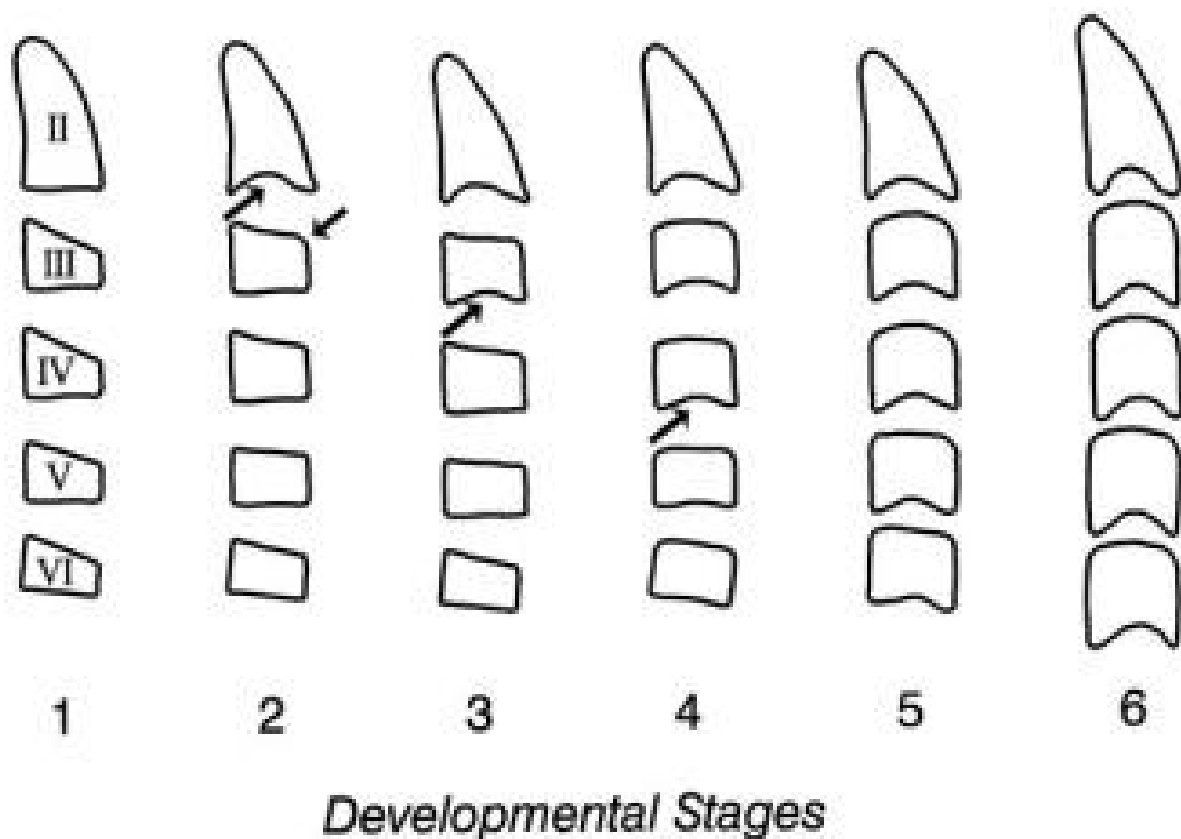


Alaleuan kasvuspurttia on yritetty ennustaa esimerkiksi tiuhalla potilaan pituuden seurannalla, mutta uudempi menetelmä on arvioida purennan hoidon suunnittelua varten otetusta lateraalikallokuvasta niskanikamien kehitystä sekä muotoa (Franchi & Baccetti 2000). Niskanikamien kehityksen seurantamenetelmän avulla pituuskasvuspurtin ja mandibulan kasvun ajankohdan arviointi on hyödyllistä hoidon ajoituksen kannalta. Niskanikamien kehitysasteet murrosiässä on jaettu kuuteen luokkaan (stage 1-6) kehitysvaiheensa mukaan (Kuva 7.). Luokat 1-3 kuvaavat niskanikamien kiihtyvän kasvun vaihetta ja luokat 4-6

hidastuvan kasvun vaihetta. Ensimmäisessä kehitysvaiheessa (stage 1) niskamikamat ovat muodoiltaan tasaiset ja etuosa on takaosaa matalampi. Toisessa vaiheessa toisen niskamikaman alareuna kovertuu ja nikamien etuosan vertikaalinen korkeus lisääntyy. Kolmannessa vaiheessa kolmannen nikaman alareuna kovertuu. Neljännessä vaiheessa neljännen nikaman alareuna kovertuu, ja viidennen ja kuudennen nikaman alareunat alkavat kovertua. Kaikki nikamat ovat muodoiltaan suorakulmaisia. Viidennessä vaiheessa kaikkien niskamikamien alareunat ovat koverat, ja lopulta kuudennessa vaiheessa nikamien alareunan koveruus on lisääntynyt ja nikamien korkeus on suurempi kuin niiden leveys.

Tutkimuksen mukaan puberteetin kasvupyrähdysten ja alaleuan kasvuspurtin huippu tapahtuu 93,5 prosentilla luokkien 3 ja 4 välissä. (Franchi & Baccetti 2000).

Kuva 7. Niskamikamien kehitysstadiit (Franchi & Baccetti 2000, <https://www-sciencedirect-com.pc124152.oulu.fi:9443/science/article/pii/S0889540600579414?via%3Dihub>).



## 5. AKTIVAATTORITYYPEISTÄ

### 5.1. Andresenin aktivaattori

Andresenin aktivaattori on yksiosainen akryylinen funktionaalinen irtokoje, joka tukeutuu ylä- ja alahampaisiin, alveolivalleihin ja suulakeen (Virolainen & Kleemola-Kujala 2019). Akryyllisen osan lisäksi Andresenin aktivaattorissa on tyypillisesti ylämolareihin kiinnittyvät Adams-pinteet sekä yläetualueen labiaalikaari (Türkkahraman ym. 2006).

Andresenin aktivaattoria käytetään sekä sulkeutuvien että avautuvien luustollisten distaalipurentojen hoitoon. Koje pakottaa alaleuan eteenpäin normaalisuhteeseen yläleukaan nähden, mikä stimuloi alaleuan skeletaalista kasvua. Andresenin aktivaattorilla on myös dentoalveolaarisia vaikutuksia. (Virolainen & Kleemola-Kujala 2019).

Kuva 8. Andresenin aktivaattori ilman adams-pinteitä. (Therapia Odontologica, Funktionaaliset kojeet).

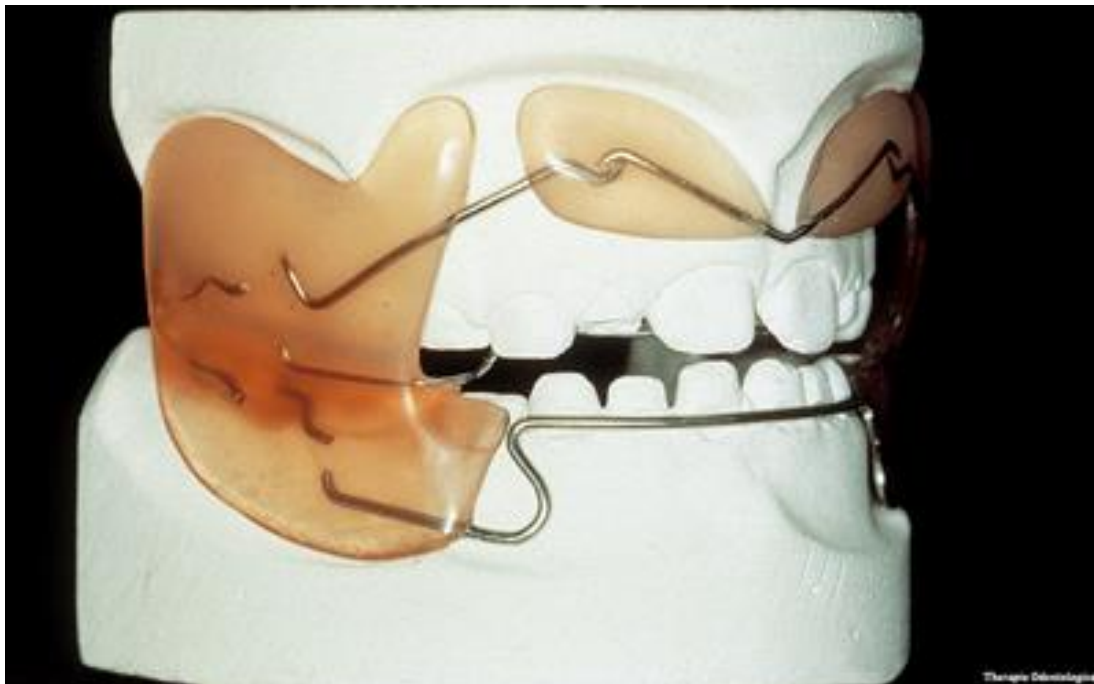


### 5.2. Fränkelin koje

Fränkelin koje on kudoksiin tukeutuva funktionaalinen koje, joka koostuu teräslangoilla toisiinsa yhdistetyistä huuli- ja poskipoimuihin tukeutuvista akryylikilvistä (Kuva 9.)

(Virolainen & Kleemola-Kujala 2019). Kojeen toimintamekanismi perustuu periaatteeseen, jonka mukaan lihasten harjoittaminen ja aktivointi ovat tärkeitä tekijöitä luisten rakenteiden normaalille kehitykselle (de Almeida ym. 2002). Koje eliminoi huulten ja poskien aiheuttaman pehmytkudospaineen hampaistoon, venyttää kireitä lihaksia ja aktivoi heikkoja lihaksia. Funktionaalista kojetta suunniteltaessa pyritään välttämään kojeen tukeutumista hampaisiin, jolloin purennan muovautuminen saadaan aikaan pehmytkudospaineen eliminoinnista fyysikaalisen hampaiden liikuttamisen sijaan. Fränkelin koje saa aikaan leukojen kasvun lisäksi hammaskaaarten laajenemisen sen seurauksena, kun kasvua rajoittava huulten ja poskien pehmytkudospaine on kojeella eliminoitu (Proffit 2019). Fränkelin kojeita on useita eri tyyppisiä eri purentavirheiden hoitoon; FR II distaalipurentojen, FR III mesiaalipurentojen ja FR IV avopurentojen hoitoon. Fränkelin kojeiden käyttöalue on sama kuin aktivaattoreilla, mutta ne soveltuvat erityisesti kehittyvän purentavirheen hoitoon silloin, kun lihastoiminta aiheuttaa epäedullisia pehmytkudospaineita hampaistoon. (Virolainen & Kleemola-Kujala 2019).

Kuva 9. Fränkelin koje (Therapia odontologica, funktionaaliset kojeet)



### 5.3. Van Beek

Van Beekin aktivaattori on akryylinen funktionaalinen irtokojie, jossa on kaksi ulkoaisaa pääläenvetoa varten (Kuva 10.). Kojie peittää alahammaskaaren labiaalipinnat ja inkisaalikärjet, mutta se ei ole kontaktista alainkisiivien linguaalipintojen kanssa. Ylähammaskaaressa koje

tukeutuu suulakeen ja peittää yläinkisiivit sisäänsä kokonaan. Van Beekin aktivaattoria käytetään avautuvien distaalipurentojen hoitoon sekä yläinkisiivien ylipuhkeamisesta johtuvien syväpurentojen hoidossa. (Al-Kurwi ym. 2017).

Van Beekin aktivaattorin hoitotuloksena muun muassa ylipurentojen (hyp ja vyp) on osoitettu pienenevän, maksillan eteenpäin suuntautuvan kasvun rajoittuvan sekä molarisuhteiden parantuvan (Al-Kurwi ym. 2007, Üçüncü ym. 2001). Lisäksi koje estää yläinkisiivien palatinaalista kallistumista (Altenburger & Ingervall 1998). Pääosa Van Beekin aktivaattorin vaikutuksista ovat dentoalveolaarisia, esimerkiksi vertikaalisen ylipurennan pieneneminen johtuu suurelta osin inkisiivien intruusiosta (Al-Kurwi ym. 2017, Üçüncü ym. 2001).

Kuva 10. Van Beekin aktivaattori (Al-Kurwi ym. 2017, <https://www-sciencedirect-com.pc124152.oulu.fi:9443/science/article/pii/S0889540616307399?via%3Dihub>).



#### 5.4. Twin-block

Twin-block on kahdesta osasta koostuva funktionaalinen koje, joka on suunniteltu lisäämään mandibulan skeletaalista kasvua tuoden mandibulaa eteenpäin anterioposteriosuunnassa (Spalj ym. 2017). Kojeen ylähampaiden ja alahampaiden purupinnoille tukeutuvat akryyliset kappaleet, blockit, asettuvat toistensa lomiin pakottaen alaleuan asennon eteenpäin (Kuva 11.). Blockien korkeus täytyy olla vähintään 5mm, jotta mahdollistetaan blockien "lukkiutuminen"



toistensa lomiin alaleuan kappaleen asettuessa yläleuan kappaleen etupuolelle. Kojetta on myös mahdollista reaktivoida, mikäli hoidon aikana mandibulan kasvua halutaan edelleen stimuloida. Twin-blockia voidaan käyttää jatkuvasti, mikä mahdollistaa nopeat kojeella saadut hoitotulokset. (Mitchell 2019). Twin-blockilla hoidettavien potilaiden hoitomyöntyvyys on yleensä hyvä, kojeen erilliset ylä- ja alahampaisiin kiinnittyvät osat helpottavat pureskelutoimintoja sekä puhetta (Ajami ym. 2019).

Twin-blockin käytön lieveilmiönä on havaittu takahampaiden avopurenta toiminnallisen vaiheen lopulla erityisesti syväpurentojen hoidossa. Avopurenta on seurausta kojeen akryylisten blockien aiheuttamasta takahampaiden puhkeamisen estymisestä. Taka-alueen avopurenta suljetaan myöhemmin kiintein kojein. (Mitchell 2019). Lisäksi tutkimuksissa on havaittu twin blockin aiheuttavan mandibulan inkisiivien protruusiota ja proklinaaktiota (Spalj ym. 2017).

Kuva 11. Twin block. (<https://www.bos.org.uk/Museum-and-Archive/Collection/Functional-Appliances/Clarks-Twin-block>)



### 5.5. Herbstin koje

Herbstin koje on yksi tehokkaimmista funktionaalisista kojeista, jota käytetään AII-purentojen hoidossa. Kojeen vaikutukset ovat sekä skeletaalisia että dentaalisia. (Manni ym. 2016). Koje koostuu ylämolareihin ja -premolareihin sekä alamolareihin ja -premolareihin kiinnittyvistä osista, sekä niitä yhdistävistä jäykistä aisoista, jotka asemoivat mandibulaa eteenpäin (Kuva 12.) (Mitchell 2019, Fan ym. 2020). Kojeen muotoilusta on olemassa useita variaatioita (Proffit 2019).

Herbstin koje poikkeaa toimintamekanismiltaan irrotettavista funktionaalisista kojeista. Merkittävin skeletaalinen vaikutus Herbstin kojeella on kondyylien kasvuun, minkä seurauksena AII-purenta korjautuu kohti AI-purentaa (Fan ym. 2020). Lisäksi koje edistää alaleuan hampaiden mesiaalista siirtymistä, ylähampaiden distaalista siirtymistä sekä maksillan kasvun uudelleenohjausta. (Santamaria-Villegas ym. 2017). Koje myös pienentää tehokkaasti suurentunutta horisontaalista ylipurentaa (HYP). Herbstin kojeen hoitovaikutuksissa on huomattavaa yksilöllistä vaihtelua (Fan ym. 2020). Kojeen käytön haittapuolena on alaetuhampaiden voimakas protrusio, joka on yhdistetty mm. hampaiden kiinnityskudosten menetykseen sekä juuriresorptioon (Batista ym. 2017).

Kuva 12. Herbstin koje. (<https://www.careorthodontics.com/procedures/herbst-appliance/>)



## 6. HOITOTULOSTEN YLLÄPITO

Ortodonttisen hoidon pitkäaikaisvaikutuksiin vaikuttavat useat eri tekijät; mm. sukupuoli, aktiivisen hoitojakson jälkeinen pituuskasvu, purentatyyppi sekä ortodonttisen hoidon laatu (Proffit ym. 2019). Hampailla on taipumus palautua takaisin alkuperäiseen malokklusioon, jonka vuoksi retentio on välttämätöntä saavutettujen hoitotulosten ylläpitämiseksi (Littlewood ym. 2017, Kartal & Kaya 2019). Ortodonttinen hoito rasittaa ien- ja periodontaalikudoksia, ja kudoksien uudelleenorganisoiduminen vaatii aikaa aktiivisen ortodonttisen hoidon jälkeen. (Proffit ym. 2019, Littlewood ym. 2017). Hammaskaulaa ympäröivät elastiset säikeet, dentogingivaalisäikeet sekä interdentaalisäikeet uudelleenorganisoiduminen voi viedä yli kahdeksan kuukautta (Littlewood ym. 2017). Hampaiden asema voi hoidon jälkeen olla luonnostaan epästabiili, jolloin myös pehmytkudospaine aiheuttaa hampaiden asentoon palautumistaipumuksen. Myös kasvun aiheuttamat muutokset voivat vaikuttaa ortodonttisen hoidon tuloksiin. (Proffit ym. 2019).

Vaikka aktiivisen ortodonttisen hoitojakson jälkeen ei tapahdu kasvua ja hampaat ovat stabiiliksi oletetussa asemassa, retentio on silti erittäin tärkeää, kunnes ien- ja periodontaalikudosten uudelleenorganisoiduminen on päättynyt. Koska potilaan riskiä relapsiin ei voida etukäteen ennustaa, kaikki potilaat on hoidettava suuren relapsiriskin potilaina, ja retention on jatkuttava niin pitkään, että potilaan kasvu on kokonaan loppunut. (Littlewood ym. 2017, Proffit ym. 2019). Joissain tapauksissa elinikäinen retentio tulee kyseeseen (Kartal & Kaya 2019, Littlewood ym. 2017).

AII-purennan palautuminen hoidon jälkeen on yhdistelmä hampaiden palautuvaa liikettä ja maksillan kasvua suhteessa mandibulaan. Purennan ylikorjaaminen on tärkeää purentasuhteiden viimeistelyssä, jotta estetään hampaiden palautuva liike takaisin alkuperäiseen AII-purentaan. Vaikka hoitotulos viimeisteltäisiin asianmukaisella retentiolla, hampaiden asemassa on odotettavissa 1-2mm anteroposteriosuuntainen palautuminen. (Proffit ym. 2019).

Funktionaalisten kojeiden käyttö retentiona ylläpitää saavutettua hampaiden asemaa ja purentasuhteita. Retentiossa käytettävien funktionaalisten kojeiden tarkoituksena ei ole pakottaa aktiivisesti mandibulaa voimakkaasti eteenpäin, vaan estää AII-purennan

palautuminen. Mikäli potilaalla on odotettavissa kasvua vielä aktiivisen hoidon jälkeen, funktionaalisen kojeen yökäyttö ylläpitää saavutettuja purentasuhteita. Kokoaikainen retentio aktiivisen hoidon jälkeen ensimmäiset 3-4 kuukautta, osa-aikainen retentiokojeen käyttö vähintään 12 kuukautta, kuitenkin niin pitkään, että kasvu on loppunut. (Proffit ym. 2019).

Aktivaattorihoidon retentiona käytetään usein aktivaattoria. Aluksi aktivaattori käytetään joka yö, sitten käyttöä harvennetaan käytettäväksi ensin joka toinen yö, sitten joka kolmas, kunnes lopulta kojetta käytetään kerran viikossa (Lestøl ym. 2010).

## 7. POHDINTA

Aktivaattori ja sen modifikaatiot ovat yksiä vanhimmista ortodonttisista kojeista, jotka ovat yhä aktiivisessa käytössä. Vaikka funktionaalisten kojeiden, siis myös aktivaattorin, toimintamekanismi on ollut kiistanalainen asia ortodontiassa, tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet funktionaalisten kojeiden olevan toimiva ja tehokas hoitomuoto erityisesti AII-luokan purentaan. Nykytiedon valossa funktionaalisten kojeiden hoitovaikutus näyttää perustuvan useiden eri skeletaalisten ja dentoalveolaaristen tekijöiden yhteisvaikutukseen.

Viimeaikaisimpien tutkimusten mukaan hoidon ajankohdalla on olennainen rooli funktionaalisten kojeiden hoitovaikutuksiin. Enemmän skeletaalisia vaikutuksia kojeilla saadaan hoidon ajoittuessa puberteetin kasvuspurttiin, kun taas ennen kasvuspurtia ajoitetun hoidon vaikutukset ovat lähinnä dentoalveolaarisia. Hoitojakson ajoittamisessa kasvuspurttiin voidaan käyttää apuna tiheän pituuskasvun seurannan lisäksi esimerkiksi niskanikamien pituuden ja muodon tulkintaa lateraalikallokuvista. Ero tyttöjen ja poikien puberteettispurstin ajankohdassa tulee ottaa huomioon hoitoa suunnitellessa.

Lisäksi tulee huomioida, että funktionaalisten kojeiden hoitotuloksiin vaikuttaa oleellisesti myös potilaan ko-operaatio. Sen lisäksi että potilaan tulisi käyttää kojetta joka yö, tulisi sitä pitää n. 10-12h yhtäjaksoisesti. Oleellista potilaan virhepurennan hoidossa funktionaalisella kojeella onkin jatkuva motivointi.

Tutkimusten mukaan erilaisilla funktionaalisilla kojeilla on vain vähän eroa hoitotuloksissa. Hoidossa käytettävä koje tulee valita aina potilaan yksilöllisen tilanteen ja mahdollisen

hoitoajankohdan mukaan. Perinteisen aktivaattorin etuna on pitkä käyttökokemus, Twin Blockin etuna on laajempi pitoaika ja kevyehkö rakenne, Fränkelin kojeen etuna säätömahdollisuus, Van Beekin aktivaattorin etuna ekstraoraalivetovaikutus maksillaan, kun taas Herbstin kojeen etuna kojeen käyttömahdollisuus vielä puberteettispurtin jälkeenkin, ja se, ettei potilaalta vaadita ko-operaatiota käytön suhteen.

## 8. LÄHTEET

Ajami S, Morovvat A, Khademi B, Jafarpour B, Babanouri N (2019). Dentoskeletal effects of class II malocclusion treatment with the modified Twin Block appliance. *Journal of Clinical Experimental Dentistry* 11(12):e1093–e1098.

Al-Kurwi AS, Bos A & Kuitert RB (2017). Overjet reduction in relation to wear time with the van Beek activator combined with a microsensor. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 151(2):277-283.

Altenburger E, Ingervall B (1998). The Initial Effects of the Treatment of Class II, Division 1 Malocclusions with the Van Beek Activator Compared with the Effects of the Herren Activator and an Activator-headgear Combination. *European Journal of Orthodontics* 20:389-397.

Basciftci FA, Uysal T, Büyükerkmen A, Sari Z (2003). The effects of activator treatment on the craniofacial structures of Class II division 1 patients. *European Journal of Orthodontics* 25:87-93.

Batista KBDSL, Lima T, Palomares N, Carvalho FA, Quintão C, Miguel JAM, Lin YL, Su TL, O'Brien K (2017). Herbst Appliance with Skeletal Anchorage versus Dental Anchorage in Adolescents with Class II Malocclusion: Study Protocol for a Randomised Controlled Trial. *Trials* 18:564.

Cacciatore G, Ugolini A, Sforza C, Gbinigie O, Plüddemann A (2019). Long-term effects of functional appliances in treated versus untreated patients with Class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Plos one* 14(9):e0221624.

Casutt C, Pancherz H, Gawora M, Ruf S (2007). Success Rate and Efficiency of Activator Treatment. *European Journal of Orthodontics* 29:614-621.

Cozza P., De Toffol L and Lacopini L (2004). An Analysis of the Corrective Contribution in Activator Treatment. *The Angle Orthodontist*; 74:741-748.

De Almeida MR, Henriques JFC, de Almeida RR, Ursi W(2002). Treatment Effects Produced by Fränkel Appliance in Patients with Class II, Division 1 Malocclusion. *The Angle Orthodontist*: 72(5):418-425.

De Bittencourt Neto AC, Saga AY, Pacheco AAR, Tanaka O (2015). Therapeutic Approach to Class II, Division 1 Malocclusion with Maxillary Functional Orthopedics. *Dental Press Journal of Orthodontics* 20(4):99-125.

Fan Y, Schneider P, Matthews H, Roberts WE, Xu T, Wei R, Claes P, Clement J, Kilpatrick N, Penington A (2020). 3D Assessment of Mandibular Skeletal Effects Produced by the Herbst Appliance. *BMC Oral Health* 20:17.

Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr (2000). Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 118(3):335-340.

Kartal Y, Kaya B (2019). Fixed Orthodontic Retainers: A review. *Turkish Journal of Orthodontics* 32(2):110-114.

King GJ, Keeling SD, Hocevar RA, Wheeler TT (1990). The Timing of Treatment for Class II Malocclusions in Children: a Literature Review. *The Angle Orthodontist*: 60(2):87-97.

Lestøl M, Torget Ø, Vandevska-Radunovic V (2010). Long-term stability of dentoalveolar and skeletal changes after activator-headgear treatment. *European Journal of Orthodontics* 32:28-35.

Littlewood SJ, Kandasamy S, Huang G (2017). Retention and Relapse in Clinical Practise. *Australian Dental Journal* 62(S1).

Manni A, Mutinelli S, Paisin M, Mazzotta L, Cozzani M (2016). Herbst Appliance Anchored to Miniscrews with 2 Types of Ligation: Effectiveness in Skeletal Class II Treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 146(6):871-880.

McNamara JA (1981). Components of Class II Malocclusion in Children 8-10 Years of Age. *The Angle Orthodontist* 51(3):177-202.

Mitcell L. (2013 & 2019). *An Introduction to Orthodontics*, 4<sup>th</sup> & 5<sup>th</sup> Editions. Oxford University Press, Oxford.

Pavoni C, Lombardo EC, Lione R, Faltin K Jr, McNamara JA Jr, Cozza P & Franchi L (2018). Treatment timing for functional jaw orthopaedics followed by fixed appliances: a controlled long-term study. *European Journal of Orthodontics* 40(4) :430-436.

Perinetti G, Primožic J, Franchi L & Contardo L (2015). Treatment Effects of Removable Functional Appliances in Pre-Pubertal Class II Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *Plos one*10(10).

Proffit WR, Fields HW, Larson BE & Sarver DM (2019). *Contemporary Orthodontics*. Elsevier, Philadelphia.

Proffit WR, Tulloch JFC (2002). Preadolescent Class II problems: Treat now or wait? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 121(6):560-562.

Ruf S, Baltromejus S, Pancherz H 2001. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: a cephalometric roentgenographic study. *The Angle Orthodontist* 71:4–1.

Santamaría-Villegas A, Manrique-Hernandez R, Alvarez-Varela E, Restrepo-Serna C (2017). Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. *Biomed Central Oral Health* 17:52.

Spalj S, Tranesen KM, Birkeland K, Katic V, Pavlic A, Vandevska-Radunovic V (2017). Comparison of Activator-Headgear and Twin Block Approaches in Class II Division 1 Malocclusion. *Biomed Research International* 2017;2017:4861924.

Therapia odontologica toimitus (2019). Kirjan ortodontia-osuuden kappaleet: distaalipurenta, syväpurenta, funktionaaliset kojeet. Helsinki: Academica-Kustannus Oy, 2019 (päivitetty 4.1.2019). <https://www-terveysportti-fi.pc124152.oulu.fi:9443/dtk/tod/koti>. Luettu 12.1.2020

Tulloch JFC, Proffit WR, Phillips C (2004). Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 125(6):657-667.

Türkkahraman H, Sayin MÖ (2005). Effects of activator and activator headgear treatment: comparison with untreated Class II subjects. *European Journal of Orthodontics* 28:27-34.

Ulusoy Ç, Darendeliler N (2008). Effects of Class II Activator and Class II activator high-pull headgear combination on the mandible: A 3-dimensional finite element stress analysis study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 133:490e9-490e15.

Üçüncü N, Türk T. & Carels C. (2001). Comparison of Modified Teuscher and Van Beek Funktional Appliance Therapies in High-Angle Cases. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie* 62:224-237.